

ОЦЕНКА И АНАЛИЗ НА ПОТЕНЦИАЛА ЗА ОБРАЗУВАНЕ И ТРЕТИРАНЕ НА БИОГАЗ

Част II

ФАЗА: РП

**Обект: „Закриване и рекултивация на общинско депо
за неопасни отпадъци”, гр. Тервел**

Варна, 2019 г.

СЪДЪРЖАНИЕ

1. Общи положения.....	3
2. Потенциал за образуване на биогаз.....	3
3. Потенциал на парниковите газове.....	8
4. Оценка на потенциала за образуване на биогаз и за въздействието върху околната среда.....	9
5. Оценка на потенциала за оползотворяване на биогаз	11

1. Общи положения

Оценката е извършена в съответствие с изискванията на Landfill Directive (1999/31/EC) и BAT Guidance Notes for the Waste Sector: Landfill Activities; Draft April 2003". Съгласно раздел T6 и T7 от "BAT Guidance Notes for the Waste Sector: Landfill activities; Draft April 2003", потенциалът за улавяне и събиране на газовете от депата за отпадъци и/или участъци от тях, трябва да бъде оценен с помощта на математически модели за прогноза на вероятното продуциране на биогаз.

За извършване на оценка и прогноза на газовите емисии от депата за отпадъци е използван математическия компютърен модел LandGEM 3.02, разработен от Контролния технологичен център на US Environmental Protection Agency (EPA).

Емисионният модел (LandGEM) представлява инструмент за автоматично изчисляване количеството на емисиите на CH₄, CO₂, NMOC и избрани замърсители, формирани в депата за отпадъци.

LandGEM е базиран на теоретичния кинетичен модел от първи ред за продуциране на метан. Този модел е известен, като изчислителен модел на емисиите от депата, публикуван от Office of Air Quality Planning and Standards Technology (OAQPS TTN Web) в Централното управление за инвентаризация и емисионни фактори (US. CHIEF).

$$Q_{CH_4} = L_0 R (e^{-kc} - e^{-kt})$$

където:

Q_{CH_4} = количество на продуцирания CH₄ за време t , m³/yr;

L_0 = потенциал за продуциране на метан, m³ CH₄/Mg отпадъци;

R = средногодишно количество на приетите отпадъци през експлоатационния период на депото, Mg/yr;

e = 2,718 (неперово число / натурален log);

k = константна стойност на генерацията на CH₄, yr⁻¹;

c = времето след закриване на депото в yr ($c = 0$ за депа в експлоатация);

t = времето от постъпване на първото количество отпадъци в депото.

2. Потенциал за образуване на биогаз

В моделните изчисления е включена единствено частта на органичните отпадъци от общия битов отпадъчен поток.

Представеният състав на основното количество отпадъци, постъпващи за обезвреждане на депата е определен на база *Програма за прилагане на Директива 1999/31/EC* и при отчитане тенденциите за развитие на морфологичния състав на отпадъците.

Табл. 2-1.

Вид отпадък	Процентно съдържание
Хартия, картон и отпадък от хартиени продукти	12%
Текстил	4%
Пластмаса	9%
Стъкло	5%
Метали	2%

Органичен отпадък	40%
Други	28%

В следващата таблица е представено количеството на органичните отпадъци постъпили за депониране, които ще бъдат включени в математическия модел:

Табл. 2-2.

Община	Морфология БРО Базова стойност (Дир. ЕС 1999/31)	Депонирано количество отпадъци	
		общо количество отпадъци	органични отпадъци
Тервел	40 %	107 694 m ³	44 420 m ³

Забележка: БРО – биоразградими отпадъци

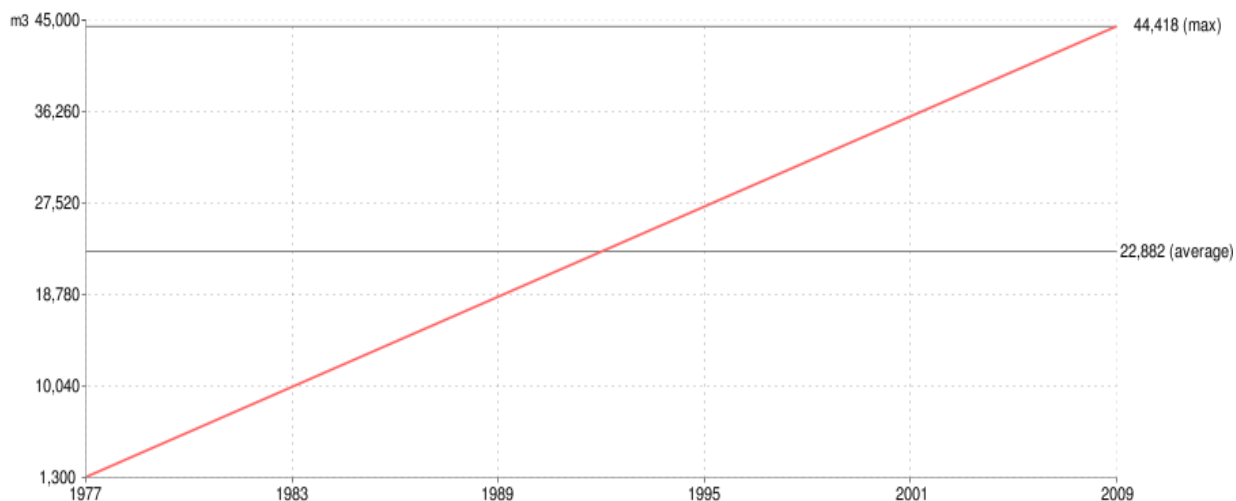
Проект: “Общинско депо за неопасни отпадъци”, гр. Тервел

Technical Profile

Период на експлоатация:
1977-2009

Специфично тегло на отпадъците:
300.00 kg/m³

Общо депонирано количество отпадъци



Statistics

44 418 m³ отпадъци за 33 г. период на експлоатация

Количество на приетите отпадъци

Avg: 403.80 t/y Max: 403.80 t/y Min: 403.80 t/y

Обем на депонираните отпадъци

Avg: 1346 m³/y Max: 1346 m³/y Min: 1346 m³/y

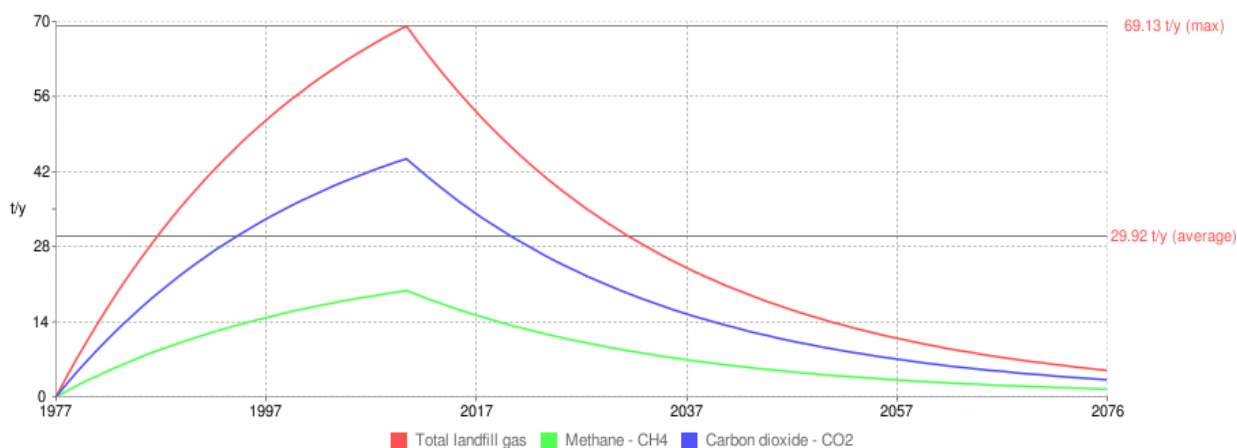
Lifetime Analysis					
Година	Количество отпадъци (t/y)	Общо отпадъци (t)	Обем отпадъци (m ³ /y)	Депонирани (m ³ /y)	Общо депонирани (m ³)
1975	403.80	403.80	1,346.00	1,346.00	1,346.00
1976	403.80	807.60	1,346.00	1,346.00	2,692.00
1977	403.80	1,211.40	1,346.00	1,346.00	4,038.00
1978	403.80	1,615.20	1,346.00	1,346.00	5,384.00
1979	403.80	2,019.00	1,346.00	1,346.00	6,730.00
1980	403.80	2,422.80	1,346.00	1,346.00	8,076.00
1981	403.80	2,826.60	1,346.00	1,346.00	9,422.00
1982	403.80	3,230.40	1,346.00	1,346.00	10,768.00
1989	403.80	5,249.40	1,346.00	1,346.00	17,498.00
1996	403.80	8,076.00	1,346.00	1,346.00	26,920.00
2003	403.80	10,902.60	1,346.00	1,346.00	36,342.00
2009	403.80	13,325.40	1,346.00	1,346.00	44,418.00

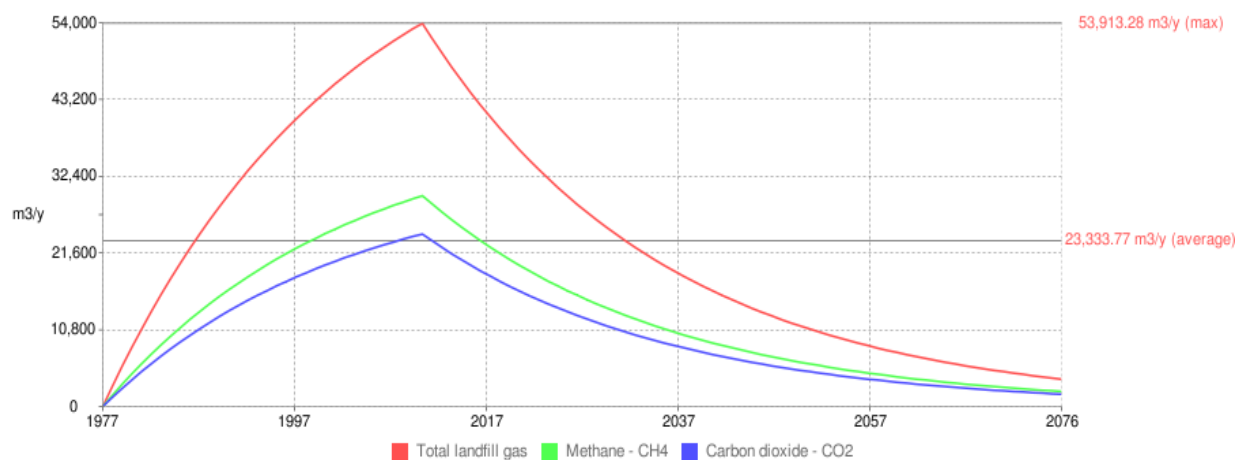
2.1. Структуриране на модела

Technical Profile

Степен на генериране на CH ₄ (k):	0.04 (емисионен фактор)
Потенциал за генериране на CH ₄ (L ₀):	100m ³ /Mg
Процентно съдържание на CH ₄ :	55 %
Концентрация на NMVOC:	600 ppmv (AP-42)
Общо депонирани БРО:	44 420 m ³
Клас на депото:	Депо за неопасни отпадъци

Landfill Gas: Model results





Statistics

2991.80 t. биогаз за 100 г.

Общо количество продуциран биогаз

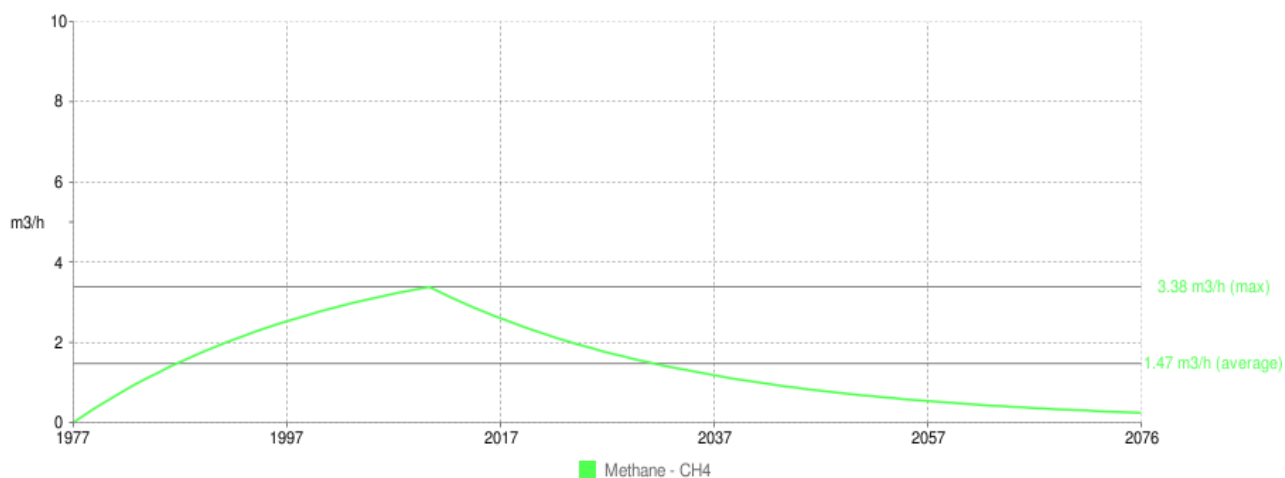
Avg: 29.92 t/y Max: 69.13 t/y (Years: 2010)

Methane – CH₄

Sum: 856.19 t Avg: 8.56 t/y Max: 19.78 t/y

Carbon dioxide – CO₂

Sum: 1922.05 t Avg: 19.22 t/y Max: 44.41 t/y



Statistics

2 991.80 t. биогаз за 100 г.

Общо количество продуциран биогаз

Avg: 3.42 kg/h Max: 7.89 kg/h (Years:2010)

Methane – CH₄

Sum: 856.19 t Avg: 0.98 kg/h

Max: 2.26 kg/h

2 333 376.67 m³ биогаз за 100 г.

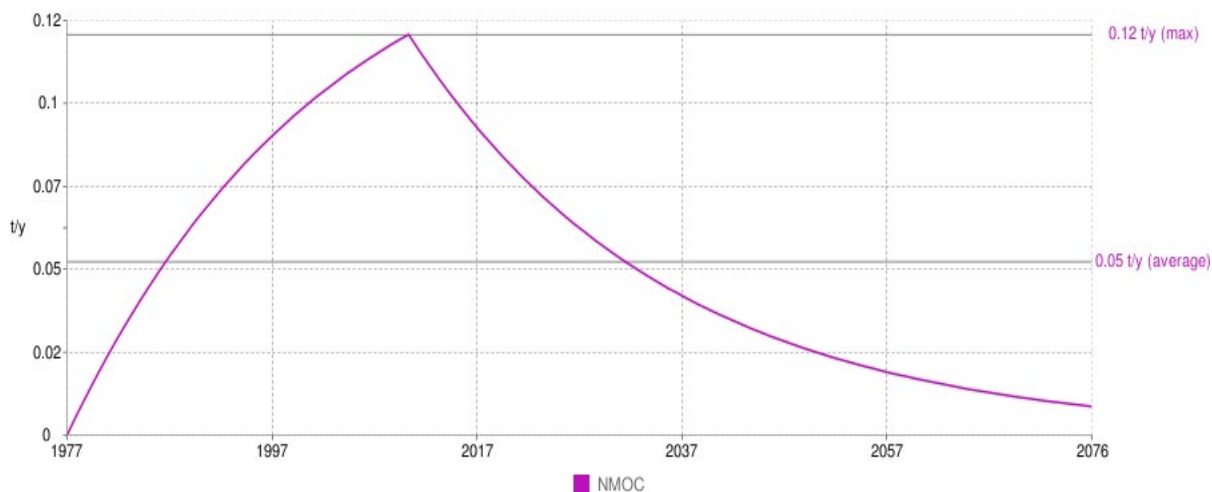
Общ обем на продуцирания биогаз

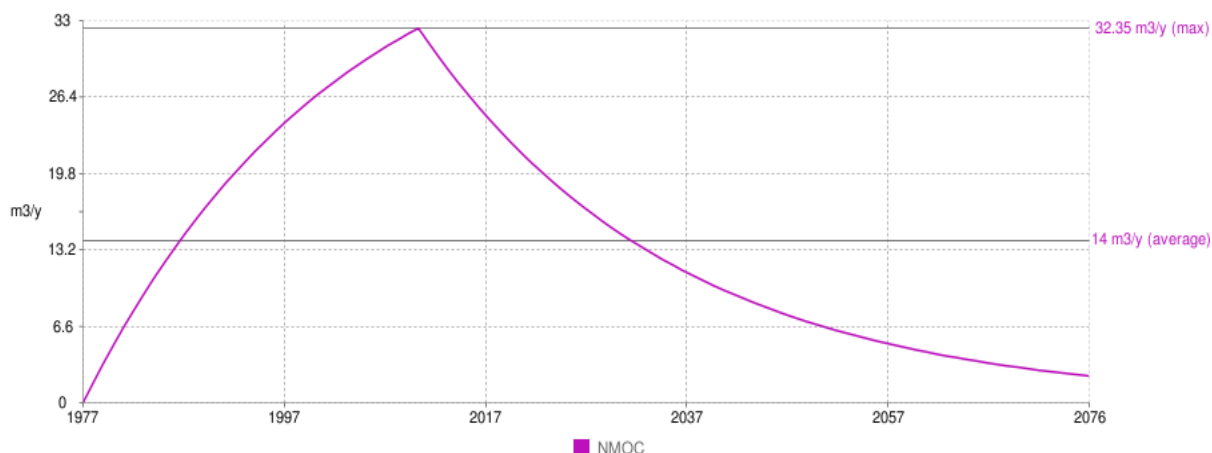
Avg: 2.66 m³/h Max: 6.15 m³/h (Years: 2010)

Methane – CH₄

Sum: 1 283 357.17 m³ Avg: 1.47 m³/h

Max: 3.38 m³/h



**Statistics****2 991.80 t. биогаз за 100 г.**Общо количество продуциран биогаз

Avg: 29.92 t/y Max: 69.13 t/y (Years: 2010)

NMOC

Sum: 5.02 t Avg: 0.05 t/y

Max: 0.12 t/y

2 333 376.67 m³ биогаз за 100 г.Общ обем на генерирания биогаз

Avg: 23 333.77 m³/y Max: 53 913.28 m³/y (2010)

NMOC

Sum: 1400.03 m³ Avg: 14.00 m³/y

Max: 80.88 m³/y

3. Потенциал на парниковите газове

За изчисляване масата на парниковите газове може да бъде използвано базовото уравнение “GHG Emission”. В него емисиите на парниковите газове са представени, като еквивалентно количество CO₂:

$$T_{CO_2 \text{ eq.}} = \% \text{ об.} \times 21 \times Q \times \rho_{CH_4}$$

Където:

$T_{CO_2 \text{ eq.}}$ – маса на генерираните емисии парниковите газове, представени като еквивалентно количество CO₂, t;

% об. – съдържание на CH₄ в сметищния газ, представен в обемни %;

Q – количество на сметищния газ (биогаз), m³/y;

ρ_{CH_4} – плътност на CH₄ = 0.0007168 t/m³.

В уравнението, фактора 21 служи за изчисление на потенциала на парниковите газове в тона еквивалент CO₂, в резултат от генерираните емисии CH₄.

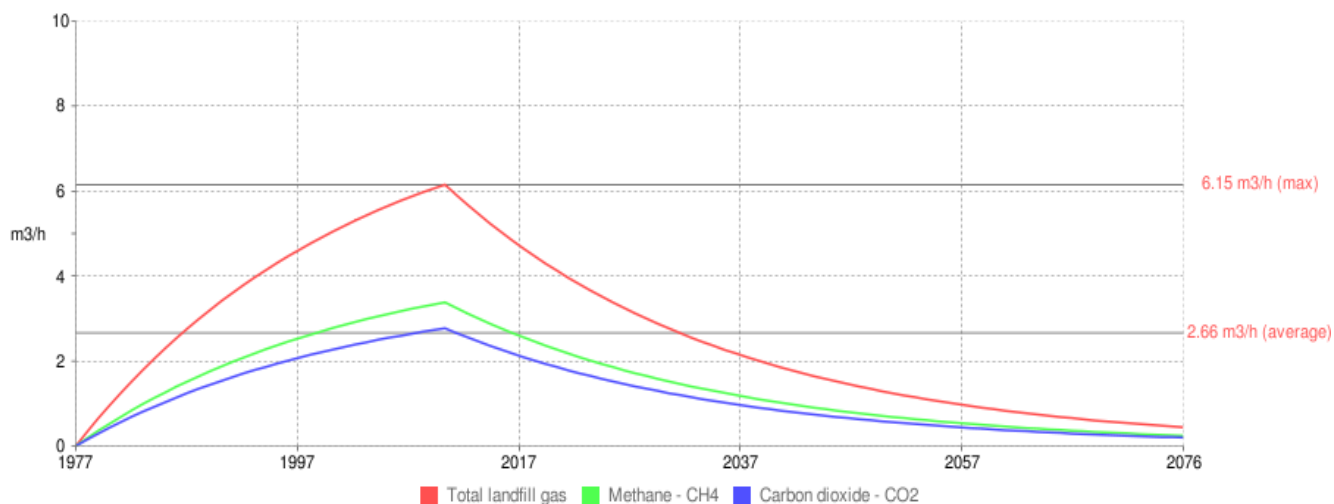
Година	Общо биогаз	
	Обем (m³/y)	CO ₂ eqv. (t/y)
1977	0.00	0.00
1978	2 884.53	2 388.1

1980	8 318.71	6 887.1
1985	20 145.88	16 678.8
1990	29 829.14	24 695.6
1995	37 757.13	31 259.3
2000	44 248.02	36 633.1
2005	49 562.31	41 032.8
2010	53 913.28	44 635.0
2015	44 140.46	36 544.1
2020	36 139.15	29 919.7
2025	29 588.23	24 496.2
2030	24 224.80	20 055.8
2035	19 833.59	16 420.3
2040	16 238.37	13 443.8
2045	13 294.85	11 006.8
2050	10 884.90	9 011.6
2055	8 911.80	7 378.1
2060	7 296.37	6 040.7
2065	5 973.76	4 945.7
2070	4 890.90	4 049.2
2076	3 847.32	3 185.2
1977 - 2076	2 333 376.6	1 931 811.8

4. Оценка на потенциала за образуване на биогаз и въздействие върху околната среда

Оценката е извършена на база наличния потенциал за продуциране на биогаз от полезната площ на депото, чрез използване на параметъра – гранична стойност на повърхностната дифузия.

Съгласно Rettenberger et al, минималното количество биогаз, което не представлява риск за човешкото здраве и околната среда е 4 l/h/m^2 , т.е. граничната стойност на повърхностна дифузия, над която продуцирания биогаз представлява заплаха съответства на 4 l/h/m^2 .



Statistics**2 333 376.67 m³ биогаз за 100 г.**Общо количество продуциран биогазAvg: 2.66 m³/h Max: 6.15 m³/h (Years: 2010)Methane – CH₄Avg: 1.47 m³/h Max: 3.38 m³/hCarbon dioxide – CO₂Avg: 1.20 m³/h Max: 2.77 m³/h

Резултатите от извършените моделни изчисления са показателни за степента на продуциране на биогаз от депото. Максимално количество на газовите емисии се достига през 2010 г., възлизащи на 6.15 m³/h.

Чрез интерполация на прогнозните резултати и при отчитане на полезната площ на депото, е получена съответната стойност за повърхностна дифузия.

В следващата таблица са представени моделните резултати за генерацията на биогаз и повърхностна дифузия за депото, сравнени с граничната стойност за повърхностна дифузия:

Табл. 4-1.

Депо	Генерация на биогаз [m ³ /h]	Повърхностна дифузия [l/h/m ²]	Гранична стойност на повърхностна дифузия [l/h/m ²]
Тервел	6.15	0.31	4.0

На база извършените изчисления може да се обобщи, че граничната стойност за повърхностна дифузия не е достигната, поради което не се налага допълнително детайлно полево проучване на интензитета и състава на газовите емисии от депото, включително и проектиране на сложни системи за събиране, отвеждане и третиране на биогаз.

5. Оценка на потенциала за оползотворяване на биогаз

В състава на сметищния газ (биогаз), CH₄ е с калорична стойност 35.5 MJ/m³. Тъй като газовите емисии от депото (сметищния газ) съдържат приблизително 50 % горими и 50 % инертни (не горими) компоненти, топлинния енергиен потенциал, съдържащ се в сметищния газ е 17.75 MJ/m³.

В следващата таблица е представен потенциала на наличната топлинна енергия в продуцирания биогаз от депото за отпадъци:

Табл. 5-1.

Година	Продуциран биогаз [m ³ /hr]	Топлинен потенциал [MJ/hr]
2010	7.89	140.0
2011	7.58	134.5
2012	7.28	129.2

2013	7.00	124.3
2014	6.72	119.3
2015	6.46	114.7
2016	6.21	110.2
2017	5.96	105.8
2018	5.73	101.7
2019	5.51	97.8
2020	5.29	93.9
2025	4.33	76.8
2030	3.55	63.0
2035	2.90	51.5
2040	2.38	42.2
2050	1.59	28.2
2060	1.07	19.0
2070	0.72	12.8
2074	0.61	10.8

Предвид незначителният интензитет в съчетание с ниския енергиен потенциал на генерирания биогаз през пост-оперативния период, проектирането на системи за термично третиране и/или утилизирание на газовите емисии е нецелесъобразно.

При наличните оперативни условия са приложими т.нар. сорбционни системи. При тези системи се постига редуциране основно на неметановите органични съединения (NMOС) и до голяма степен концентрацията на CH_4 , чрез преминаване на газовия поток през филтърна среда. В практиката се използват сорбционни системи от активен въглен (сорбционни гранули) или компост/хумус (сорбционни касети).

Филтърните системи не са взискателни към типа на газоотвеждащата система (пасивна или активна) и се инсталират към газовите кладенци.

Като най-подходящо и целесъобразно при конкретните условия е прието следното техническо решение, препоръчано от TASI (Германски стандарт за депа), намерило приложение в *Landfill Directive 99/31/EC* и широко използвано в страните членки на ЕС при аналогични случаи:

- Сорбционни касети (газови прозорци) за вертикална вентилация през $R = 30\text{m}$. със застъпване 10 % (представяват квадратни отвори $1,5 \times 1,5 \text{ m}$), пресичащи бариерния пласт (глинен екран), инсталирани под наклон $\geq 5 \%$, съставени от компост или хумус (биофилтър);
- Газов дренаж от чакъл с мощност 0,30 m.

Посредством възприетата система за третиране на газовите емисии от депото ще се постигне висок екологичен ефект, чрез редуциране на концентрацията на NMOС, CH_4 и хедонистичното въздействие, причинено от разпространението на неприятни миризми.

Общи характеристики на филтърната среда, съставена от компост/хумус (биофилтър)

- Съдържание на CH_4 в изходящия газов поток (емисии на биогаз) $< 0.1 \text{ m}^3/\text{m}^3$;
- Окисление на $\text{CH}_4 = 15 - 60 \text{ g/m}^3/\text{hr}$;
- Степен на редуциране на MOVC (CH_4) $> 75 \%$;
- Степен на редуциране на NMOVC (одоранти) $= 97 - 99 \%$.

Препоръчителните критерии, на които трябва да отговаря филтърната среда от компост/хумус (биофилтър)

Табл. 5-2.

Изискване	Параметър
Високо съдържание на хранителни и органични вещества	TOC > 8% (суха маса); C/N ~ 15.
Зрялост и стабилизираност на органичната материя	Биологична необходимост от O ₂ за 7 дни: ≤ 8 mg O ₂ /g суха маса.
Азотно съдържание	NH ₄ < 350 ppm (суха маса); NO ₂ – не се допуска.
Порьозност	Съдържание на плътни материали, като дървесни стърготини 5 – 15 % (суха маса)
Капацитет на водно задържане	> 80 %

Технологични характеристики на различни видове филтърни среди, съставени от компост

Табл. 5-3.

Филтърна среда	Обемна плътност	Водно съдържание	Суха плътност	Капацитет на водно задържане
Компост от листна маса + 10% шредирани дървесни материали	634 kg/m ³	26.6 %	327 kg/m ³	49 %
Компост от ТБО + 10% шредирани дървесни материали	474 kg/m ³	19.4 %	283 kg/m ³	38 %
Компост от ТБО + 20% шредирани дървесни материали	468 kg/m ³	17.2 %	299 kg/m ³	32 %
Компост от листна маса	578 kg/m ³	19.7 %	284 kg/m ³	38 %

Табл. 5-4.

Филтърна среда	Порьозност	Съдържание на CH ₄ в изходящия газов поток	Повърхностен газов поток CH ₄	Степен на окисление на CH ₄
Компост от листна маса + 10% шредирани дървесни материали	64 %	0.3 m ³ /m ³	3.4 g/m ² /hr	60 %
Компост от ТБО + 10% шредирани дървесни материали	71 %	0.3 m ³ /m ³	3.3 g/m ² /hr	65 %
Компост от ТБО + 20% шредирани дървесни материали	73 %	1.0 m ³ /m ³	9.1 g/m ² /hr	30 %
Компост от листна маса	72 %	2.1 m ³ /m ³	20.8 g/m ² /hr	11.5 %